

重庆开县汉丰湖湿地生态恢复的潜力*

Martin J. H. WILLISON¹, 李波^{2,3}, 王强^{2,3}, 袁兴中^{2,3}

(1. 达尔豪斯大学 资源与环境研究学院, 哈利法克斯 新斯科舍 B3R 2C6, 加拿大;

2. 重庆大学 资源及环境科学学院; 3. 西南资源开发及环境灾害控制工程教育部重点实验室, 重庆 400044, 中国)

摘要:2008年,重庆开县因为三峡水库蓄水形成了汉丰湖。这个人工湖泊由一个调节坝将其与三峡水库划分开。汉丰湖消落带需要特别关注,因为这个湖位于开县新县城旁,并且临近澎溪河湿地自然保护区。本文主要讨论了汉丰湖消落带的管理理想,特别关注生态设计原则和人工湿地。考虑到湖泊的自然独特性,消落带的管理需要开展探索性实验。考虑到邻近以观鸟为主要目的之一的保护区,消落带的管理必须基于生态系统设计。考虑到邻近开县新城,基于社区的管理也是很有必要的。流域面上和湖岸两个尺度的生态系统环境问题需要被纳入管理内容。就消落带自身而言,可以认为生态设计应该以实现湖岸稳定、改善水质、湿地生产、保护多样性、科学教育、食物提供和农产品生产的生态目标为主。可以通过基于社区和生态系统的方法提供对湿地价值的认识程度。消落带湿地生态系统的服务价值会被广泛传播并且会促进开县的经济社会发展。

关键词:三峡;开县;消落带;生态设计;基塘;人工湿地

中图分类号:X171.4

文献标志码:A

文章编号:1672-6693(2012)03-0004-04

重庆市开县汉丰湖水库(北纬 $31^{\circ}11'$,东经 $108^{\circ}25'$)位于三峡水库澎溪河回水末端(图1)。汉丰湖最大水面 14.8 km^2 ,库岸长度 36.4 km 。汉丰湖水库的修建主要是由于开县县城特殊的地理位置。开县老县城是一个具有1700年历史60万人口的古城。开县老县城大部分位于澎溪河海拔 $165\sim 175\text{ m}$ 的河岸阶地上(图1),在三峡水库蓄水后被淹没。三峡水库蓄水后,在老县城附近,又修建了一座新县城。

与三峡水库类似,汉丰湖水位在冬季达到最高,夏季最低(图2)。汉丰湖调节坝长 507 m ,高 24 m 。汉丰湖调节坝将汉丰湖与三峡水库分开。冬季,调节坝打开,汉丰湖水位与三峡水库水位一致,均为 175 m 。夏季,调节坝闭合,水位保持在 172 m 。因此,汉丰湖建设将大大减少坝上的消落带面积。

三峡水库的管理是个巨大的挑战^[1-2],但是新的研究机遇又随之出现。这些机遇包括新生消落带湿地资源的可持续利用方式^[3-5]。三峡水库消落带面积约 350 km^2 ,生长季长达5个月^[6]。汉丰湖消落带是三峡水库消落带的重要组成部分,适用于开展土

地可持续利用和城市化过程中消落带管理的实验。

1 水位变动

蓄水后长江和澎溪河的水文特征与蓄水前完全不同^[5,7]。该区域夏季受东亚夏季季风气候影响明显,6~7月降水集中,而其他季节降水偏少^[8]。因此,该区域自然河流水位一般在夏季达到最高,其余时间降水相对较少,水位较低。

在三峡库区,长江的支流约有400条。大部分的水库支流流过陡峭的山谷。因此,这些河流的消落带面积并不是很大。但是澎溪河是个例外,它拥有三峡库区所有的支流中最广泛的消落带,大约有 55 km^2 ,约占三峡水库消落带总面积的18%。

控制洪水、减少淤积是三峡库区管理最关注的因素。每年5月水库的水位便降至于最低,以迎接6月开始出现的洪水。洪水季一旦过去,三峡水库水位又将于10月再次升高。因此,澎溪河在自然河流水位通常较低的冬季为开县创建了一个大湖,而在通常洪水肆掠的夏季,水位又相对较低。尽管如此,为了长江水系的整体防洪目标,汉丰湖在夏季

* 收稿日期:2012-02-06 网络出版时间:2012-5-26 12:13

作者简介:Martin J. H. WILLISON,男,教授,博士,研究方向为生物多样性教育与湿地保护。

网络出版地址:http://www.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20120526.1213.201203.4_002.html

要承担一定的防洪功能。因此,控制洪水是汉丰湖水水位管理的次要目标。

受季风气候影响,三峡水库蓄水前,澎溪河应该属一个具有明显河流水位变化的流域(请参阅文献[8])。原来河流中的生物也必然与周期性的洪水相适应。当前的水文状况,夏季洪峰依然存在,虽然

不如冬季人工蓄水那样保持较长的时间。相似的情况也存在于长江及其他支流。本地耐淹植物物种的筛选是管理消落带生态的关键因素之一。这已经引起研究者对本地树木和灌木的兴趣,如具有较强耐淹能力的柳(*Salix matsudana*)和桑(*Morus alba*)^[9]。

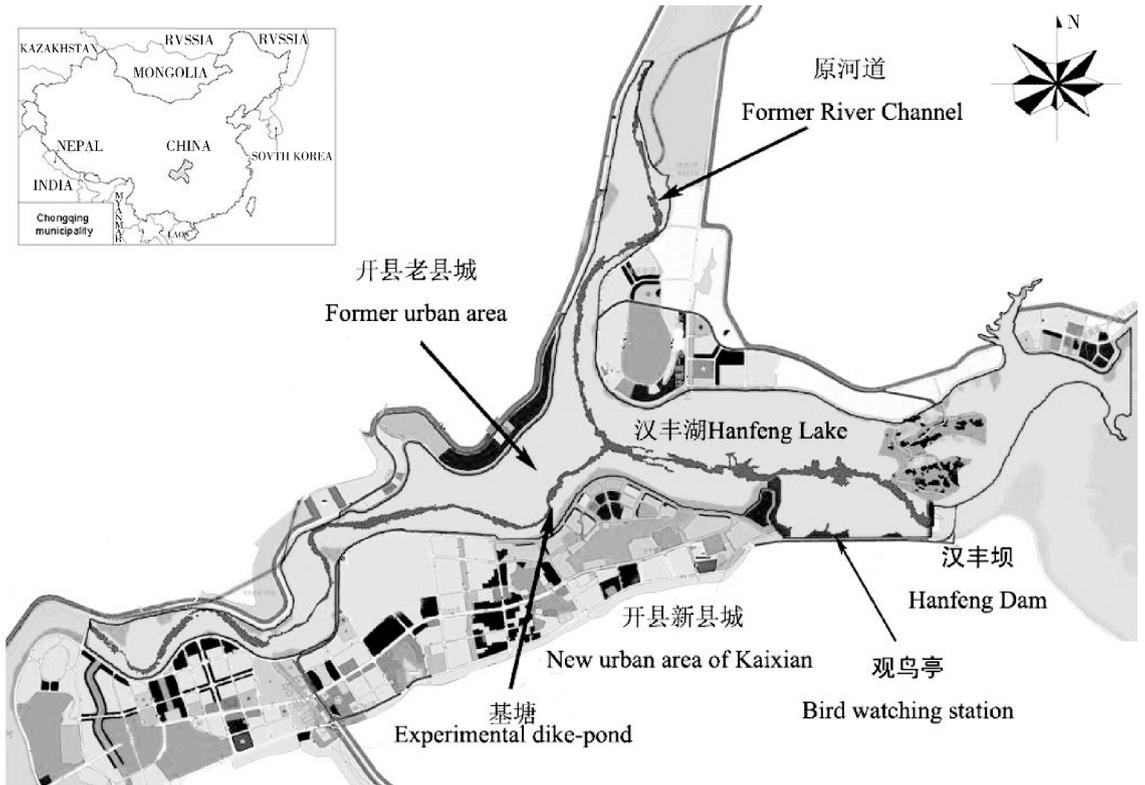


图1 汉丰湖位置图

Fig.1 Map of the location of Hanfeng Lake

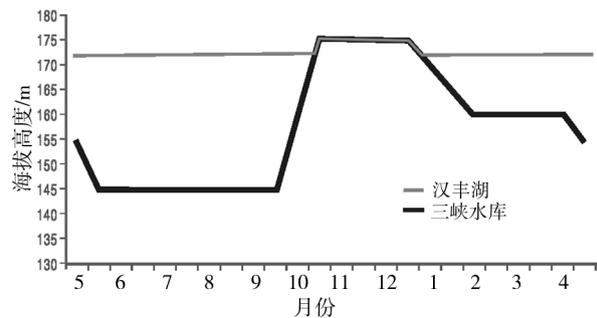


图2 三峡水库和汉丰湖年度水位变化

Fig.2 Planned annual cycle of the water levels of Three Gorges Reservoir and Hanfeng Lake

2 生态设计

需要从生态设计^[10]和仿生学^[11]角度为汉丰

湖的消落带进行设计。Shu-Yang 等认为任何融合自然生态系统理念减少环境破坏影响的设计都是生态设计^[10]。汉丰湖的生态设计原则包括一系列的环保概念:自然、生态系统管理、社区管理、可持续利用、生态资源友好利用和生态工程的设计^[12-13]。通过应用这些原则,可以认为生态设计不同于用混凝土制成简单表皮或以其他人工构筑物覆盖坡面以减少水土流失的方式。虽然坡面优化能有效地减少侵蚀,但将导致生态系统服务功能的丧失和失去利用大量土地的机会。相比之下,消落带的生态设计不仅提供了控制坡面侵蚀,而且还提供了一系列其他服务价值,如生物生产力、水净化和提供了良好的周边环境的价值。

生态设计是基于实验科学寻找环境解决方案的

方法。任何解决方案必须满足当地环境和社会条件,因此必须综合基于社区的和基于生态系统的方法^[14]。生态设计的目标是获得健康的生态系统^[15]。

2.1 基塘和浮床实验

2011 年夏天,相关的研究组开始在汉丰湖消落带内基塘湿地进行工程实验。其实在两年前,该实验已在澎溪河支流白夹溪的老土地湾的湿地生态学研究站开始实施^[4,5,13],虽然老土地湾不是汉丰湖的一部分。老土地湾基塘中种植的植物有莲(*Nelumbo nucifera*)、慈姑(*Sagittaria sagittifolia*)、菱角(*Eleocharis dulcis*)、水生美人蕉(*Canna glauca*)和乌菱(*Trapa bicornis*)。植物选择主要是基于景观价值、水质净化和经济价值。汉丰湖的基塘,主要选择了莲和梭鱼草(*Pontederia cordata*)。这些植物于 2011 年种植,长势良好。有关实验在 2012 年将会继续实施。

浮床农业是一个古老的系统,在亚洲和中美洲的部分地区已有数千年的历史^[16-17]。最近浮床技术传播到了中国,并在控制污染、特别是处理有机废水、脱氮脱磷等方面发挥显著作用^[18-19]。传统的浮动床农业是选用湿地和河岸的植物或秸秆制成作物生长的浮岛。这些传统的做法继续被世界上一些地区所使用,并且可以为在三峡库区消落带的应用提供模型。

同样是基于老土地湾的工作,2012 年还将在汉丰湖进行浮床实验^[5]。选用的植物有千曲菜(*Lythrum salicaria*)、美人蕉(*Canna glauca*)、薤菜(*Ipomoea aquatica*)、茭白(*Zizania latifolia*)、欧洲慈姑(*Sagittaria sagittifolia*)、穗状狐尾藻(*Myriophyllum spicatum*)、莲、睡莲(*Nymphaea tetragona*)和鸢尾(*Iris spp.*)。

汉丰湖的实验对生态和社会研究都很重要,也十分必要。它的目的在于发现所选择植物是否能在洪水中存活,是否会吸收污染物,减缓富营养化,基塘和浮床是否能被当地居民接受和使用。

2.2 观鸟

《重庆市生物多样性保护策略与行动计划》中把观鸟作为澎溪河湿地自然保护区自然保护与发展经济相结合的策略记录下来^[20]。在湿地的经济价值的研究中,Woodward 和 Wui 发现有观鸟机会的湿

地比普通的湿地更有价值,而那些具有供狩猎鸟类或美化的作用的湿地的价值并不大^[21]。虽然这种分析是基于对观鸟比较受欢迎的西方社会的研究,但它也表明汉丰湖的湿地有可能为开县带来经济效益。现在已经观察到几种湿地鸟类,包括汉丰湖的白骨顶(*Fulica atra*)。

在自然生态系统中,通常情况下物种的丰度、多样性和生境的结构复杂性成正相关^[22]。为了吸引更多的鸟类,有必要建立和维护吸引候鸟的栖息地。因此,澎溪河湿地自然保护区的湿地环境需要结构多样,并与自然湿地特征类似的环境。鸟类多样性越高的地方越能吸引观鸟者,所以多样的湿地生境是必要的。这里的生境多样性包括水深、底质结构、植物种类、掩蔽物、边岸和其他变量。多样的湿地可以为各种鸟类提供多样的食物,特别是在每年一度的重要季节里。特别值得注意的是水位涨落的影响。当 5 月份水位下降时,无脊椎动物滞留在消落带,成为鸟类丰富的食物。当 10 月份,水位再次上升时,新的水面包含了可以维持潜水水禽的沉水植物。基于这些原因,汉丰湖有可能成为重要的鸟区,但这有待观察。相同的一般性原则还可应用于鱼种^[23],但在汉丰湖尚未进行相关研究。

3 汉丰湖消落带

汉丰湖消落带广阔而多变。它涵盖以前的老城区、被淹没的农田、新城建设破坏的区域和未被破坏的区域。除了蓄水前土地利用类型不同之外,坡度的变化也较大,底质的变化也较大(淤泥到漂粒)。目前,汉丰湖库岸的土地利用类型与蓄水前一样丰富而多样。考虑到这种多变性,了解区域未来土地利用以分析生态机会和局限是有必要的。消落带未来土地利用的影响与各地块自然状况相关,同时也与库岸土地利用相关。因此,消落带的规划应该考虑到不同土地的生态机会和局限性。

生态友好性规划也是必要的,在某种程度上,要考虑整个流域的环境因素。地形条件,特别是流域内水土流失、土地覆盖和历史土地利用都影响到水流量和水质。农业区排水和城市污水是影响水库水质最重要的因素,也会导致富营养化^[18-19]。岸边森林植被的恢复,缓冲带的构建将减缓营养物质的输入。居住在汉丰湖周边的居民经济条件差异较大,

因此消落带土地利用应该选择一种基于社区的或生态系统的适当方法,就像 Pan 等人在洞庭湖所做的研究实例一样^[24]。

基塘湿地工程在中国已有上千年历史,重庆地区也有很多梯田状的稻田。因此,如果能够在消落带内种植可收获的湿地植物也是很有意义的。这样做不但可以获得经济价值,还可以教育儿童,美化周边环境。除此之外,修建公园以保护生物多样性也是很重要的。

致谢:感谢重庆市人民政府2011年邀请第一作者访问开县,感谢中欧生物多样性项目2008年和2009年邀请第一作者访问开县。

参考文献:

- [1] 苏维词,杨华,罗有贤,等. 三峡库区涨落带的主要生态环境问题及其防治措施[J]. 水土保持研究,2003,10(4): 196-198.
- [2] Stone R. Three gorges dam: into the unknown [J]. Science 2008,321:628-632.
- [3] 刁承泰,黄京鸿. 三峡水库水位涨落带土地资源的初步研究[J]. 长江流域资源与环境. 1999,8(1):75-80.
- [4] 熊森,李波,肖红艳,等. 三峡水库消落带生态友好型利用途径探索—以基塘工程为例[J]. 重庆师范大学学报:自然科学版,2010,27(6):23-26.
- [5] 袁兴中,熊森,李波,等. 三峡水库消落带湿地生态友好型利用探讨[J]. 重庆师范大学学报:自然科学版,2011,28(4): 23-25.
- [6] 张虹. 三峡库区消落带土地资源特征分析[J]. 水土保持通报. 2008,28(1):46-49.
- [7] Ding Y H, Chan J C L. The east asian summer monsoon: an overview [J]. Meteorology and Atmospheric Physics 2005,89:117-142.
- [8] Tockner K, Malard F, Ward J V. An extension of the flood pulse concept [J]. Hydrological Processes 2000, 14: 2861-2883.
- [9] Li B, Yuan X Z, Xiao H Y, et al. Design of the dike-pond system in the littoral zone of a tributary in the three gorges reservoir, China [J]. Ecological Engineering 2011, 37: 1718-1725.
- [10] Shu-yang F, Freedman B, Côté R. Principles and practice of environmental design [J]. Environmental Reviews 2004,12:97-112.
- [11] Benyus J M. Biomimicry: innovation inspired by nature

[M]. New York: William Morrow and Company, 1997.

- [12] Ma S. Ecological engineering: application of ecosystem principles [J]. Environmental Conservation 1985, 12: 331-335.
- [13] Mitsch W J, Jørgensen S E. Ecological engineering: A field whose time has come [J]. Ecological Engineering 2003, 20:363-377.
- [14] Slocombe D S. Implementing ecosystem-based management [J]. BioScience 1993,43(9):612-622.
- [15] Rapport D J, Costanza R, McMichael A J. Assessing ecosystem health [J]. Trends in Ecology and Evolution 1998,13:397-402.
- [16] Haq A H M R, Ghosal T K, Ghosh P, et al. Wise use of wetland for sustainable livelihood through participatory approach: a case of adapting to climate change [J]. Wetland Science 2005,3(3):161-166.
- [17] Islam T, Atkins P. Indigenous floating cultivation: a sustainable agricultural practice in the wetlands of bangladesh [J]. Development in Practice 2007,4(1):130-136.
- [18] 任照阳,邓春光. 生态浮床技术应用研究进展[J]. 农业环境科学学报. 2007,26(增刊):261-263.
- [19] Li X Z, Mander Ü, Ma Z G, et al. Water quality problems and potential for wetlands as treatment systems in the yangtze river delta, China [J]. Wetlands 2009, 29: 1125-1132.
- [20] 重庆市人民政府. 重庆市生物多样性策略和行动计划 [R]. 重庆:重庆市人民政府,2010:222.
- [21] Woodward R T, Wui Y S. The economic value of wetland services: a meta-analysis [J]. Ecological Economics 2001,37:257-270.
- [22] Tews J, Brose U, Grimm V, et al. Animal species diversity driven by habitat heterogeneity/diversity: the importance of keystone structures [J]. Journal of Biogeography, 2004,31:79-92.
- [23] Sherman R L, Gilliam D S, Spieler R E. Artificial reef design: void space, complexity, and attractants [J]. ICES Journal of Marine Science,2002,59:S196-S200.
- [24] Pan M Q, Yu X B, Zhang C. Community-based wise-use and sustainable management of wetland: case study from polder xipanshanzhou, Dongting lake, China [J]. Journal of resources and ecology,2011,2(1):66-73.

(责任编辑 方 兴)

(中文翻译 王 强)